अध्याय 2

गतिविधि: कागज़ की पतंगों का उड़ान परीक्षण

अनुभवजन्य विज्ञान शिविर | कक्षा 9 अभ्यास | IESC पाठ्यपुस्तक

इस NCERT अभ्यास को आपके अपने कागज़ और डोरी से आज़माइए, अवलोकनों को नोट कीजिए, और फिर अपने (काल्पनिक) परिणामों की तुलना वास्तविक परिणामों से कीजिए जो आप अगले शिविर — जून शिविर, 2026 में प्राप्त करेंगे।

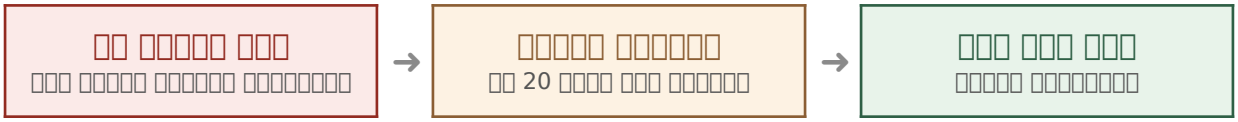
उद्देश्य और पृष्ठभूमि

जब हम पतंग को हाथ से छोड़ते हैं और वह हवा में ऊपर उठती है, तो हम अक्सर यह कहते हैं कि हवा उसे ऊपर धकेल रही है। लेकिन यह पूरी बात नहीं है। पतंग पर हवा का दाब हर दिशा में होता है — नीचे, ऊपर, दाएँ और बाएँ। उड़ान के लिए आवश्यक है कि ऊपर की ओर लगने वाला कुल बल नीचे की ओर लगने वाले कुल बल से अधिक हो।

इस गतिविधि में हम यह देखेंगे कि पतंग के आकार में छोटे-छोटे परिवर्तन उसकी उड़ान को कैसे प्रभावित करते हैं। हम *नहीं* जानते कि कौन-सा आकार सबसे अच्छा उड़ेगा।

पतंग का — पतंग *अवलोकन* करने वाले को पतंग के आकार के बारे में, उसके संतुलन, उसकी उड़ान प्रवृत्ति के बारे में कुछ ऐसे तथ्य बताती है जो हम पहले से नहीं जानते थे। इसे ही वैज्ञानिक-लोग ‘अवलोकन’ कहते हैं। हम यही करेंगे।

पतंग को उड़ाने प्रयोग करने से पहले हमें **दो** बातें याद रखनी चाहिए ‘परिकल्पना’ कहते हैं। हम यही करेंगे।



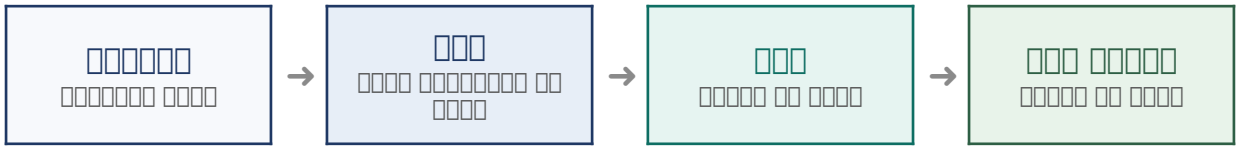
चित्र 2.1 — हम पतंग कैसे उड़ाते हैं: अवलोकन परिकल्पना और परिणाम प्रवाह

परिकल्पना का अर्थ है अनुमान लगाना कि कोई परिवर्तन किसी और परिवर्तन को कैसे प्रभावित करेगा। अच्छी परिकल्पना वह होती है जिसे हम प्रयोग से जाँच सकें। हम पतंग के पुच्छ (पूँछ) की लंबाई बदलेंगे। पहले हम अनुमान लगाएँगे कि पुच्छ की लंबाई का पतंग की उड़ान पर क्या प्रभाव पड़ेगा। फिर हम 3.5 मीटर लंबी डोरी से पतंग को उड़ाएँगे, और अवलोकन, यानी-अवलोकन परिणाम हमारी परिकल्पना **(पूर्वानुमान)** से मेल खाते हैं।

पतंग उड़ाते समय अवलोकन करने वाले व्यक्ति को अपने पैरों को स्थिर रखना चाहिए। यदि हम पतंग को उड़ाते समय अपने पैरों को इधर-उधर घुमाते हैं — तो हमारा अवलोकन गलत हो जाएगा। पतंग उड़ाने वाले व्यक्ति को पतंग के नीचे खड़े होना चाहिए, न कि पतंग के पीछे। यदि हम पतंग के पीछे खड़े होते हैं, तो हम पतंग को उड़ाने के लिए आवश्यक बल को बढ़ा देते हैं।

अवलोकन करना — अवलोकन करने वाले व्यक्ति को पतंग के आकार, उसके संतुलन, उसकी उड़ान प्रवृत्ति के बारे में कुछ ऐसे तथ्य बताती है जो हम पहले से नहीं जानते थे। इसे ही वैज्ञानिक-लोग ‘अवलोकन’ कहते हैं। हम यही करेंगे।

□□□□□ □□□□: □□ □□ □□□□□□□ □□ □□ □□□□ □□□□□ □□ □□ □□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ — □□□□□, □□□□□□□□, □□□□□□, □□ — □□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□, □□ □□□□□□ (□□ □□□□□□) □□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□ □□ □□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□; □□□□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□; □□□□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□



□□□□□□ 2.2 — □□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□: □□□□□□□ □□ □□□ □□□□□ □□□

□□□ □□, □□□□□ □□□□□□ □□ □□□ □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□ □ □□ □□□, □□□□□□□ □□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□ □□□ □□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□

> **□ □□ □□ □□□□□□ □□□□□□**
>
> - □□□□□□□ □□□□□ □□ □□□ □□?
> - □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□ □□ □□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□ □□□ □□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□?
> - □□□□□□□ □□□ □□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□ □□□□□ □□?
> - □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□?

2.1 □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□?

□□ □□□□□ □□□□□□: □□ □□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□ □□□□□□ □□□□-□□□□ □□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□□□ — □□□□□ 25 □□□□□, □□ ‘□□□□□ □□□□□□’ □□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□ — □□ □□□□□-□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□, □□□□□ □□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□ □ □□, □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□

□□ □□□□□□□ — □□□□□ **0.1** □□□□□ — □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□: □□ □□□□□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□ □□ □□ □□□□□ *//* □□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□

□□□□□□ / □□□□□□□	□□□□□□□ □□□□□	□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□
□□□□□ □□□□□ □□□□	~0.1 □□□□□ (100 µm)	□□□□□ □□ □□□□□□ □□
□□□□□□□ □□□□□	~0.02 □□□□□ (20 µm)	□□□□□ □□□□-□□□□□
□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□	~0.2 µm	□□□□□□□ □□□□□□□
□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□	~0.2 □□□□□□□□□	□□□□□□, □□□□□□□□□, DNA

[illegible] [illegible] [illegible] ‘[illegible]’

1665 [illegible] [illegible] [illegible]

□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□ **5** □□□□□ □□□□□□□ □□□□

2. □□□□ **2:** □□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□ (1 □□□□□ = 1000 µm), □□□□ 5 □□□□□ = **5000 µm**□
3. □□□□ **3:** □□□□□□ □□□□□□, □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□, □□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□ □□ **25** □□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□
4. □□□□ **4 — □□□□□□:** □□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□□ = (□□□□□□□-□□□□□□□□ □□ □□□□□□ µm □□□□) ÷ (□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□) = 5000 µm ÷ 25 = **200 µm**

□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□**:** □□□□□ □□ □□ □□□□ □□□□□ 70–100 µm □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□ 200 µm □□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□-□□-□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□□ □□ — □□□□□, □□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□□□

□□ □□□□ □□□□□□**:** □□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□□□ 10X □□ □□□□, □□ □□□□ □□□□□□□ = 10 × 10 = **100X**□ □□ □□□□□□□□□ 200 µm □□ □□□□□□□, 100 □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□, □□□□□ □□□□ □□ □□□□□ 2 □□□□□ □□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ — □□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□ □□□□□□

□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□**:** □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ — □□ □□□□□ □□□□□□□ □□ *□□□□□□□□□□* □□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□ □□ ‘□□□□□□□□□ □□□□□’ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□ □□□□□ □□, □□ □□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□?

□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□□□□: □□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□

□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□□**,** □□□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□ (□□□□□□ □□□□ □□□□□□□-□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□) □□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□

□□□□□□□	□□□□□□ □□□□ □□	□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□
□□□□□□	□□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□	□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□
□□□□□□□□	□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□	□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□
□□□□□□□	□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□ (□□□□ DNA/RNA □□□□□)	□□□□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□

2.2 [illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [

[illegible]	[illegible]	[illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] = [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]	[illegible] ([illegible])	[illegible] [illegible] [illegible]; [illegible] [illegible]
[illegible] < [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]	[illegible] ([illegible])	[illegible] [illegible] [illegible]; [illegible] [illegible]
[illegible] > [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]	[illegible] ([illegible])	[illegible] [illegible] [illegible]; [illegible] [illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] — [illegible] 7 [illegible] 10 [illegible] [illegible] — [illegible] (UPI) [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]-[illegible] [illegible] [illegible] [illegible]:

- [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] — [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible]-[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [

[illegible]	[illegible] [illegible]	[illegible] [illegible]
[illegible]	[illegible], [illegible]	[illegible], [illegible]
[illegible]	[illegible] [illegible] [illegible]	[illegible] [illegible]
[illegible] [illegible]	[illegible]	[illegible]
20% [illegible] [illegible]	[illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible]	[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [

[illegible]: [illegible] — *"[illegible]"* [illegible]

[illegible]? [illegible] [illegible] 30 [illegible]

[illegible]: [illegible]

2.3 □□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ — □□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□: □□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□, □□ □□□□□-□□□□, □□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ **(□□□□□□□□□□□□□□□□□)** □□□□□ □□□□, □□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□ **(□□□□□□□□□□□□□)**□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□, □□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□ □□-□□□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ **(□□□□□□□□□□)** □□□□□ □□□□□

□□□□□□ **2.1:** □□□□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□

□□□□□□□ □□□□□□□	□□□□□□□ □□□□□□□	□□□□□ □□□□□□□	□□□□□ □□□□□□□
□□□□□□□ □□□□□□□	□□□□□□□□□	□□□□□□□□□	□□□□□□□□□
□□□□□□□ □□□□□□□	□□□□□□□□□	□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□	□□□□□□□□□	□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□	□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□ (□□□□□ □□□□□□□□□)	□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□
□□□□□□□-□□□□□ □□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□	□□□□□□□□□

□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□-□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□, □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□

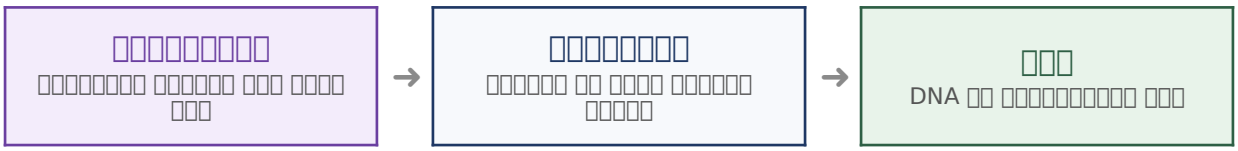
□□□□□□ **2.2:** □□□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□

□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□	□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□
□□□□□ □□□□□□□□ (□□□□□□□□□□□)	□□□□□□□□	□□□□□□□□□□
□□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□	1 □□ 10 µm	10 □□ 100 µm
□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□	□□□□□□□ □□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□
□□□□□□□-□□□□□ □□□□□□□□□	□□□□□□□□□□	□□□□□□□□
□□□□□□□-□□□□□ □□□□□□□□	□□□□□□□□□□	□□□□□□□□

> □ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□: ‘□□□□□□□□□□□□□□’ □□ ‘□□□□□□□□□□□□□’ □□□□□□?
>
> □□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□ SI □□□□□□□ — *c* □□□□□□□□□□ □□, *g* □□□□□□□□□□ □□ — □□□□□ □□ □□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□ *□□□□□□□□* □□□□□□ □□□□ ‘□□□□□□□□’ □□ ‘□□□□□’ □□□□ *□□□□* □□ □□□□□ □□ ‘□□□□□’ □□ ‘□□□□□’; *□□* □□ □□□□□ □□ ‘□□□□□□’□ □□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□ ‘□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□’, □□ □□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□ ‘□□□□□□ □□□□□□□□’□

> □ □□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□□□□: □□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□

[illegible] [illegible] [illegible] [



□□□□□□ 2.3 — □□ □□ DNA, □□□□ □□□□: □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□ □□, □□□□□□ □□□□□□

> **□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□: □□ □□□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□**
>
> □□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□□□□ **(RBC)** □□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ (□□ *□□□□□□□□□□* □□□□□ □□□□)□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□, □□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □ □□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□ — □□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□, □□□□□ **120** □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□ □□?

□□□□□□□□□, □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□

□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□□□, □□ □□ □□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□

□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ **(ER)** □□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□:

- □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ **(RER):** □□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□ □□; □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ (□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□)□
- □□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ **(SER):** □□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□□; □□□□ □□ □□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□

□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□, □□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□ — □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□ □□□□□, □□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□ □□□□

> **□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□: □□□□□□□ □□□□□□□**
>
> □□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ 1898 □□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□ □□□□□□□-□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ — □□□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□, □□□□ □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□ □ □□□□□□ □□ □□□□ **1906** □□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□

□□□□□□□□□ — □□□□□□ □□□□□□

□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□-□□□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□, □□□□□□□□□□□□□□□□□, □□□□ □□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□

[illegible] [illegible] [illegible] [

□□□□□□□	□□□□□□□	□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□	~1 µm	ATP □□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□□
□□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□	~1 □□□□□	□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□□
□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□	~0.2 □□□□□	□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□□
□□□□□□□□□ □□ □□□□□□	~1 □□□□□	□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□□
□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□□	~1 □□□□□	□□□□□□□-□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□□

□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□**:** □□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□, □□ □□ □□□□□ **70** □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ — □□ □□□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□ — □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□ □□□□

□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□**:** □□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□, □□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ 4 □□□□□ □□ □□□□□ 8 □□□□□ □□□□□ □□ — □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□ □□ □□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□: □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□-□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□

□ □□□□□ □□□□□□**:** A4 □□□□□□ □□ □□ □□□□ □□□□□□ (□□□□□□□□□□ ≈ 623 □□□□□ □□□□□)□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□ — □□ □□□□□□□ □□□□ □ □□□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□□: □□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□□ □□?

□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□

□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ **(□□□□□□□□□□□□□□□□□)** □□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□

□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□	□□□□□□	□□□□□□	□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□
□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□ (□□□□)	□□□□□□□ □□□□□□□□□	□□□□□ □□ □□□□□□
□□□□□□□□□	□□□□□/□□□□□□□/□□□□	□□□, □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□	□□□□ □□, □□□□□□
□□□□□□□□□□	□□□□ □□□□□	□□□□/□□□□/□□□□□□□ □□□□□□□	□□□□, □□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□: □□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□□□ □□ DNA □□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ **(endosymbiotic theory)** □□ □□□□□ □□□□□

[illegible] [illegible] [illegible] [

2.4 □□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□□?

□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□-□□ □□ □□□□ □□, □□ □□□ □□ □□□□□ □□□ □□ □□□□ □□□ □□ □□□ □□□□□ □□□, □□ □□□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□, □□□ □□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□ □□□ □□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□

> □ □□□□□□□ **2.5 — □□□□□□□□□□□□: □□□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□**
>
> □□□□□ □□□□ □□ □□□**:** □□ □□□□□□ □□□□ □□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□ □□□□ □□□□ □□ — □□ □□□□□□□ □□ □□□ □□□□ □□□□□□□□
>
> 5. □□ □□□ □□ □□□□ □□□□ □□ □□□□ □□ □□ □□ □□□□□□ □□ □□□ □□ □□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□
> 6. □□□□□□□□ □□ 5–6 □□□ □□□□ □□□□□□ □□□□ □□□□ □□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□
> 7. □□ □□□ □□□□□ □□ 2–3 □□□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□-□□□□□□□ (□□□□□□ □□□□ : □□□□□□ :: 1 : 3) □□□ 24 □□□□ □□□□, □□□ □□□□□□□□ □□□□ 70% □□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□
> 8. □□ □□□□□□□□□ □□□-□□□□ □□ □□□□ □□□□□□ □□ □□□□, □□□ □□□□□□ □□□□ □□ □□□ 10–15 □□□□ □□ □□□ HCl □□□□□; □□□□, □□□ □□□□□-□□□□□□ □□□□□□□ □□ 2–3 □□□□□□ □□□□□□
> 9. □□□□□□ □□ 5–10 □□□□ □□□□□□, □□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□□□□, □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□□, □□ □□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□

□□ □□□□ □□□□□□□**:** □□□ □□□□□□□□ □□-□□□□ □□□□ □□□□□□□ — □□ □□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□, □□□□□□□ □□□□□ □□□ □□□-□□□□ □□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□

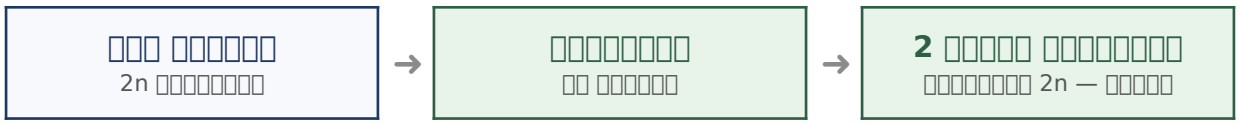
□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□**:** □□□□ □□□□□□ □□ □□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□ □□ ‘□□□□□’ □□□, □□□□ □□□□ □□□□□ □□□ □□□□ — □□□□□□□ □□□□□□ □□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□, □□□ □□□□□□ □□ □□□-□□□□ □□ □□□□

2.4.1 □□□□□□ □□□□□□ □□ □□ □□□□□□

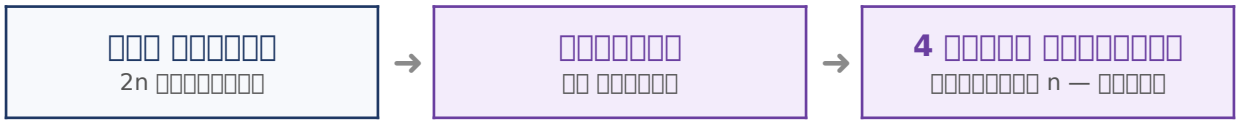
□□□□□□ □□□□□□ □□ □□ □□□□□□ □□□□□□ □□□ — □□□□□□□□ □□□□□□ **(□□□□□□□□)** □□ □□□□□□□□□□ □□□□□□ **(□□□□□□□)**□ □□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□, □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□ □□ □□□ □□□□□□□□□□ □□, □□□□ □□□□□□□ □□□□□□ □□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□

□□□□□ □□ □□□□	□□□□□□□□ □□□□□□ (□□□□□□□□)	□□□□□□□□□□ □□□□□□ (□□□□□□□□)
□□□□□□□□ □□ □□□□□□	□□	□□ (□□□□□□)
□□□□□ □□□□□□□□	2	4

[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]



[illegible] 2.4 — [illegible]: [illegible], [illegible] [illegible]



[illegible] 2.5 — [illegible]: [illegible], [illegible] [illegible]

[illegible]: [illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [

□□□□□□□ □□□□□□□	□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□	2 □□ □□□
0	1	2^{0}
1	2	2^{1}
5	32	2^{5}
10	1,024	2^{10}
20	10,48,576	2^{20}
40	~1.1 □□□	2^{40}
46	~70 □□□	2^{46}

□□□□□□□ □□□□ □□□: □□□□ □□□□ **46** □□□□□□□□ □□□ □□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□□ □□□ □□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□ — □□ □□□ □□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□

□□□ □□□□, □□□□□□□□: □□□ □□□ □□□□□□□□□□□□□ □□ 20 □□□□ □□□ □□□□□□; □□□□ □□ □□□□ □□ □□□□ □□ □□ □□□ □□□□□ □□; □□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□; □□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□ 23 □□□ □□□□□ □□□□ □□□□

□ □□□□□-□□□□□□: □□□ □□ A4 □□□□□ □□ □□ □□□ □□ 42 □□□ □□□ □□□□ □□□□, □□ □□□□ □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ (□□□□□□: 0.1 □□□□ × 2^{42} = ?) □□□ □□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□ □□ □□□ □□□

□□ □□ □□□□□□□: □□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□ ‘□□□□□ □□ □□□□□’ □□ □□□□ □□, □□ □□□ □□□□□ □□□□ □□□□ □□ □□□□ □□ — □□□ □□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□ □□ □□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□ □□□

2.5 □□□□□□ □□□□□□□□ — □□□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□

1838 □□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□ □□□□ □□□□□□□□ □□ □□□ □□□□ 1839 □□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□ □□□ □□□□ □□ □□□□□□□□ □□ □□□ □□□□ □□□ □□□, 1855 □□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□□-□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□ □□□□ □□□□

□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□:

- □□□ □□□□ □□ □□ □□□□ □□□□□□□□ □□ □□□ □□□□
- □□□□□□ □□□□□□ □□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□□
- □□□ □□□□□□□□ □□□□□-□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□□□

□□□□ 2.6 — □□□□□□ □□□□□□□□ □□□ □□□□□ □□□ □□□: □□□ □□□□□□□□□□, □□□□□ □□□□□

□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□: □□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□

1902 [illegible] [illegible] [illegible]

□ □□□□□□□ □□□□□□□

□□□□□□□□	□□□ □□□□□□	□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□
□□□□□□□	□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□	□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□ □□□ □□ □□□ □□□ □□□□ □□
□□□□□□□□□□□□□	□□□ □□ 0.1 □□□□ □□□□□□ □□□□ □□ □□□ □□□□□ □□ □□□□□	100X □□ □□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□□
□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□	□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□; □□ □□□□□□ □□□□□ □□ □□	□□□□ □□ □□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□□□□
□□□□□□ □□□□□□	□□□□□□□□ □□ □□□ □□□□ □□□□□ □□□□	□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□ □□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□/ □□□□□□□□□□□□	□□□□□□-□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□	□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□ □□□□□□□□
□□□□□□□, □□□□□□□□□, DNA	□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□ □□□	RBC □□□ □□□□□□□ □□□□, □□□□ □□□□□□□□□□□
ER, □□□□□□, □□□□□□□□	□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□	□□□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□
□□□□□□□□	□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□	□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ ATP □□□□□ □□□□	AC □□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□□□□
□□□□□□□□□□	□□□□ □□□□□□□□, □□□ □□ □□□ □□□□□□	□□□ □□ □□ □□□□-□□□□ □□□□□□ □□□□
□□□□□□	□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□	□□□□ □□□□ □□ □□□□□□ □□□□□ □□ □□□□
□□□□□□□□	□□ □□□□□□□□ □□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□	□□□□ □□ □□ □□ □□□□
□□□□□□□	□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□□□	□□□-□□□ □□□□-□□□□ □□□□, □□ □□□□□ □□□□
□□□□□□ □□□□□□□□	□□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□; □□□□□□ □□ □□ □□□□□□	□□□□□□, □□□□ □□ □□□□□□ □□ □□ □□□□□□□□ □□□
□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□	□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□; □□□□□ □□□□□□□□ □□□□	□□□ □□□□□□ □□ □ □□□□□ □□□□ □□□□
□□□□ □□□□□□□□	□□□□□ □□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□ □□□-□□□□□ □□□/□□□□	□□□□□□□□ □□□□, □□□□□□□□, □□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□

□ □□□□□□□□□□□□, □□□□□□, □□□□□□□□□ — □□□□□□□

□□ □□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□ □□□□: □□□□□□□□□□□ (□□□□ A), □□□□ □□□□□□□□ (□□□□ B), □□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□ (□□□□ C), □□□□ □□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□ (□□□□ D)। □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□ □□ □□ □□ — □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□, □□□□ □□□□□□□□

□□□□ A: □□□□□□□□□□□ □□□□□□□

A.1 □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ (□□□□□□□□□ 1 □□□□)

1. ‘□□□□□□□’ □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□□?
(a) □□□□□□□□□ □□□□□□, 1855 (b) □□□□□□□ □□□□, 1665 (c) □□□□□□□□ □□□□□□, 1839 (d) □□□□□□□□ □□□□□□□□□, 1838

2. □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□:
(a) 0.01 □□□□□ (b) 0.1 □□□□□ (c) 1 □□□□□ (d) 10 □□□□□

3. □□□□□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□-□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□?
(a) □□□□□□□ □□□□□□□ (b) □□□□□□□□□□□□□□□□□□ (c) □□□□□□□ □□□□□□□ (d) □□□□□□□ □□□□□□

4. □□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□:
(a) □□□□□□□ (b) □□□□□□ (c) □□□□□□□□□□□□ □□□□□□ (d) □□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□□

5. □□□□□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□□ □□□□:
(a) □□□□□□□□□□ (b) □□□□□□□□□□ (c) □□□□□□□□□□□ (d) □□□□□□□

6. □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□:
(a) 0.1–1 µm (b) 1–10 µm (c) 10–100 µm (d) 100–1000 µm

7. □□□□□□□□□□□□ (□□□□□□□□□□□□□) □□ □□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□?
(a) □□□□□□□ □□□□□□□ (b) □□□□□ □□□□□□ □□□□□□ (c) □□□□□□□ □□□□□□□□□ (d) □□. □□□□□□ □□□□□□

8. □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□:
(a) 2 □□□□□□ □□□□□□□□□ (b) 2 □□□□□□□ □□□□□□□□□ (c) 4 □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□
(d) 4 □□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□

9. □□□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□:
(a) □□ □□□□ □□□□ □□ □□□□□ □□ (b) □□ □□□□□ □□ ‘□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□’ □□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□ (c) □□ □□ □□□□ □□□□ □□□□□ □□ (d) □□ □□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□

10. □□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□:
(a) 7 □□□□□ □□□□□ (b) 70 □□□□□ □□□□□ (c) 700 □□□□□ □□□□□ (d) 7000 □□□□□ □□□□□

11. □□ □□□□□□□ 20 □□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□:
(a) 40 (b) 400 (c) 10,48,576 (d) 20,97,152

12. □□□□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□ □□?
(a) □□□□□□□□□□□□□□□ (b) □□□□□□ (c) □□□□□□ (d) □□□□□□

> ➤ □□□□□□ □□□□□□ **(A.1)**
> 1-(b), 2-(b), 3-(c), 4-(b), 5-(b), 6-(b), 7-(c), 8-(c), 9-(b), 10-(b), 11-(c), 12-(c)

A.2 [illegible]–[illegible] [illegible] ([illegible] 1 [illegible])

[illegible]: [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] **(A)** [illegible] [illegible] [illegible] **(R)** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]:

(a) A [illegible] R [illegible] [illegible], [illegible] R, A [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] | (b) A [illegible] R [illegible] [illegible], [illegible] R, A [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] | (c) A [illegible], R [illegible] | (d) A [illegible], R [illegible]

13. [illegible] **(A):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] **(R):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

14. [illegible] **(A):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] **(R):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

15. [illegible] **(A):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] **(R):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

16. [illegible] **(A):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] **(R):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

17. [illegible] **(A):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] DNA [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] **(R):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

18. [illegible] **(A):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] **(R):** [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

> ➤ [illegible] [illegible] **(A.2)**
> 13-(a), 14-(a), 15-(a), 16-(a), 17-(a), 18-(c)
> *[illegible] 18:* [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] — [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

□□□□□□ A (□□□□□□□□□□)	□□□□□□ B (□□□□□□□)
(i) □□□□□□□ □□□	(P) □□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□ □□□
(ii) □□□□□□□□ □□□□□□□□□	(Q) ‘□□□□□□□’ □□□□ □□□□
(iii) □□□□□□□□ □□□□□□	(R) □□ □□□□□□□□□ □□□□□-□□□□□□□□ □□
(iv) □□□□□□□□□ □□□□□□	(S) □□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□ □□□
(v) □□□□□□□ □□□□□□□	(T) □□□□□□□ □□□□□ □□ □□□

➤ □□□□□ □□□□□ **(A.3)**
19. (i)-R, (ii)-S, (iii)-P, (iv)-Q, (v)-T
20. (i)-Q, (ii)-P, (iii)-S, (iv)-R, (v)-T

A.4 □□□□□ □□□□□ □□□□

21. □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□-□□□ □□ □□ □□□ _____ □□□□□□ □□□

22. □□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□ _____ □□ □□□ □□□□ □□□

23. DNA □□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□ _____ □□□□ □□□□

24. _____ □□ □□□□□□ □□ ‘□□□□□ □□□’ □□□ □□□□ □□□

25. □□□□□ □□□ *□□□□□□* □□ □□□□ _____ □□□

26. □□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□ □□□ □□□□□□ □□□ □□□□ □□, □□ □□□ _____ □□□□ □□□□

27. □□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□ □□□ □□□ □□□□ □□□□ □□ _____ □□□□ □□□□

28. □□□ □□□□□ □□□□□ □□□ □□ □□□ □□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□□□, _____ □□□□□□ □□□

➤ □□□□□ □□□□□ **(A.4)**
21-□□□□□□, 22-□□□□□□□□, 23-□□□, 24-□□□□□□□□□□□□□□□□, 25-□□□□□□□/□□□□, 26-□□□□□□ □□□□□, 27-□□□□□□ □□, 28-□□□□ (□□□□□□□□)

[illegible] B: [illegible] [illegible] ([illegible] 2–3 [illegible])

10. [illegible] 2.2 [illegible] [illegible] [illegible]

25. [illegible] A [illegible] is [illegible] 4 [illegible] [illegible] [illegible] 16 [illegible] [illegible]

(i) [illegible] [illegible] µm [illegible] [illegible]

(ii) [illegible] 10X [illegible] 40X [illegible], [illegible] [illegible]?

(iii) [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]?

26. [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] — [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]? [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

27. [illegible] 20 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]:

(i) 3 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]? (ii) 6 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]?

(iii) [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]?

(iv) [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]?

28. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

29. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] 20% [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]? [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

□□□ D: □□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□ □

□□□□□□□□ 1 — □□□□□□□/□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□

□□ □□□□ □□□□, □□□□□□□□-□□□□□□ □□□□□□□ (□□□□□ □□□□□□, □□□ □□ □□□, □□□□□□□ □□□□□, □□□□, □□, □□□□ □□ □□□□□) □□ □□□□□ □□□□ □□□ □□□□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□□, □□□ □□ □□□□□□ □□□ □□□□ □□-□□-□□ □□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□ □□□□□□

□□□□□ □□ □□□□□□□-□□□□:

□□□□□□□□	□□□□□ □□ □□□□□□□	□□□
□□□□□□ □□□□□□	□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□ / □□□	□□□□□ □□□□
□□□□□□ □□□□□□ (□□□□)	□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□	□□□□
□□□□□□□□□□□□	□□□□/□□□ □□ □□□ □□ □□□	□□□□□ □□□
□□□□□□□	□□□□ □□□□□ □□ □□□□	□□□□ □□□□
□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□ □□□	□□□
□□□□□□□	□□□□ □□□ □□□□□□□	□□□
□□□□□□□□	□□□□ □□□□/□□□□□ □□ □□□□	□□□□
ER	□□□□□ □□□ □□□□□ □□ □□□□□□□□	□□□□□□
□□□□□□ □□□□□	□□□□ □□□□□□ □□ □□□	□□□□□□
□□□□□□	□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□ □□□□	□□□□

□□□□□□□□□ □□ □□□□□:

□□□□□□	□□□
□□-□□-□□ 8 □□□□□□□□ □□□ □□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□ □□	8
□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□ □□ □□□□	4
□□□□□□ □□ □□□ (□□□□□□□□□□/□□ □□□□ □□ □□□□□□)	3
□□□□□ □□□□□□□□□ — □□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□	5
□□□	**20**

□□□□□: □□□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□ □□ □□□□ □□□ □□□□ □□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□ □□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□

□□□□□□□□ 2 — □□□□ □□□□ □□□□□□□□□ (□□□□ □□□□□)

□□□□□ □□□□□, □□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□ □□ □□□ □□ □□□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□-□□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□:

- **(□)** **□□□□□□□□ □□□□□:** □□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□, □□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□□□ — □□-□□-□□ 3 □□□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□

- **(ב)** [illegible]: [illegible] [illegible] [illegible]

□ □□□ □□ □□□□□□ — □□ □□□□□ □□□

□□□□□□ A: □□□□□□ □□□□□□ — □□ □□□□ □□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□

□□□□□□ 1 □□ □□□□□□-□□□□ □□□□ □□ □□□ □□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□ □□ — □□□ □□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□ 1%, □□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□ □□□□□□□□ 30–37 □□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□ □□ □□□□□, □□□ □□□ □□□□□ □□ □□□□ □□ □□□ □□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□ □□□, □□ □□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□

□□□□□□ B: □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□

□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□-□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□ □□□□□ — □□□□□□□□□□ □□□ □□□□□ □□□ □□□□, □□□-□□□□□□□□ □□□□□□, mRNA □□□□ □□□□□□□, □□ □□□□□-□□-□-□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□: □□□□ □□ □□□□□□□□□□□□ □□□□, □□□□ □□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□-□□ □□□□□□□ □□□□□□□ □□, □□ □□ □□□□□ □□□ □□ □□□□ □□ □□□ □□□-□□ □□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□ □□?

□□□□□□ C: □□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□

□□ □□ □□□□ □□□□□ □□ □□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□ □□ □□□□ □□ □□□□ □□ □□□□□ □□ *□□□□□□□□* □□□□□ □□ (□□□□) □□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□ □□□ □□ □□□□□□□□ □□□□ □□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□:

- □□ □□□□□ □□□□□□□□□
- □□□□ □□□□□□□□, □□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□
- □□□-□□-□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□ □□□ □□□□ □□□□ □□□ □□ □□□□
- □□□□□□ □□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□

□□□□□□ D: □□□□ □□□□ □□ □□□ (□□□□ □□ □□□□)

□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□ 1 □□, □□□□ □□ 2, □□ □□ 3□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□□□ □□□□ □□ — □□□□□□ □□□□□□ ‘□□□□□□□□’ (fraction □□) □□□ □□□□

□□□□ □□□□□: □□□□□ □□ ‘□□□ □□□□□’ (Koch snowflake) □□ □□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□ □□ □□□□□ □□□□:

□□□□□□	□□□□□□□□□ □□ □□□□□	□□□□□□□□ □□□ □□ □□□□	□□□ □□□□□
0	3	1	3
1	12	1/3	4
2	?	?	?
3	?	?	?

□□□□□ □□□□□: □□□□□ □□ □□□□□ □□□ □□□□ □□□□ □□, □□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□ □□□ □□ □□□ □□□ □□□□□□□□ □□ □□ □□□□ □□□□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□ 70 □□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□

□□□ □□□□□: □□□□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□ 2.97 □□□□ □□□ □□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□? □□ 3 □□ □□□□ □□□□ □□□□□ □□?

□□□□□□ E: □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□-□□□□□ (□□□□□ □□□□□□□□)

□□□□□ □□□□□ 1665 □□ 2010 □□ □□□□□□-□□□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□ □□ □□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□/□□□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□□□□□ □□: □□□□, □□□□□□□□□ □□ □□□, □□□, □□ ‘□□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□□ □□’□ □□□□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□□□

□□□□□ □□□□□ □□□: □□□□□ □□□ (1665), □□□□□□□□□ (1674), □□□□□□□□ (1838), □□□□□ (1839), □□□□□ (1855), □□□□□□ (1898), □□□□□□□□ (1902), □□□□ □□□□□ □□□□□ (20 □□□ □□□), □□□□□ (2010)□

□□□ □□□□□□□! □□□□ □□□□ □□ □□ □□□□□□ — □□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□ □□□ □□□ □□ □□ □□□□□ — □□ □□□ □□ □□□□□ □□ □□ □□□□ □□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□ □□□ □□□□ □□□□□ □□